



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 8 月 2 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 2 9 7 1 9 9
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 2 9 7 1 9 9]

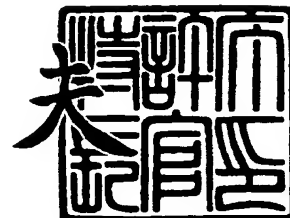
出 願 人 富 士 ゼ ロ ッ ク ス 株 式 会 社
Applicant(s):



2 0 0 4 年 1 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 1 1 0 2 1 5

【書類名】 特許願
【整理番号】 FE03-01240
【提出日】 平成15年 8月21日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 G03H 1/04
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 【氏名】 安田 晋
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 【氏名】 河野 克典
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 【氏名】 三鍋 治郎
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 【氏名】 丸山 達哉
【発明者】
 【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリーンテクなかい 富士ゼロックス株式会社内
 【氏名】 松井 乃里恵
【特許出願人】
 【識別番号】 000005496
 【氏名又は名称】 富士ゼロックス株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100079049
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 中島 淳
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100084995
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 加藤 和詳
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100085279
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 西元 勝一
 【電話番号】 03-3357-5171
【選任した代理人】
 【識別番号】 100099025
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 福田 浩志
 【電話番号】 03-3357-5171



【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 特許請求の範囲 1

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9503326

【包括委任状番号】 9503325

【包括委任状番号】 9503322

【包括委任状番号】 9503324

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と同じ位置にホログラムとして再記録して保存するホログラム保存方法。

【請求項 2】

光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と異なる位置にホログラムとして再記録して保存するホログラム保存方法。

【請求項 3】

再生光の強度が所定値以下に低下した場合に、再生された情報を再記録して保存する請求項 1 又は 2 に記載のホログラム保存方法。

【請求項 4】

再生回数が所定値を超えた場合に、再生された情報を再記録して保存する請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のホログラム保存方法。

【請求項 5】

再生された情報を再記録する場合に、情報を記録した位置を表す位置情報を併せて記録する請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のホログラム保存方法。

【請求項 6】

再生された情報を前記所定位置と同じ位置にホログラムとして再記録する場合に、再生光の強度が検出可能な値となるように、再生された情報を再記録して保存する請求項 1 に記載のホログラム保存方法。

【請求項 7】

再生された情報を前記所定位置と同じ位置にホログラムとして再記録する場合に、再記録されたホログラムから得られた再生光の偏光状態が、再記録される前のホログラムから得られた再生光の偏光状態と異なるように、再生された情報を再記録して保存する請求項 1 に記載のホログラム保存方法。

【請求項 8】

信号光と参照光との成す角度を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、該信号光のファイル単位の情報複数のブロックに分割してブロック毎に複数ページのホログラムとして前記光記録媒体に多重記録した場合に、

前記ファイル単位情報を再生した後に、前記ファイルがより少ないブロックに再分割されるように再生されたファイルを再記録して保存するホログラム保存方法。

【請求項 9】

信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光及び参照光と光記録媒体との少なくとも一方を相対移動させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録位置を変化させて、該信号光のファイル単位情報を複数のブロックに分割してブロック毎に複数ページのホログラムとして前記光記録媒体に多重記録した場合に、

前記ファイル単位情報を再生した後に、前記ファイルがより少ないブロックに再分割されるように再生されたファイルを再記録して保存するホログラム保存方法。

【請求項 10】

信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光及び信号光の波長を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、該信号光のファイル単位情報を複数のブロックに分割してブロック毎に複数ページのホログラムとして前記光記録媒体に多重記録した場合に、

前記ファイル単位情報を再生した後に、前記ファイルがより少ないブロックに再分割されるように再生されたファイルを再記録して保存するホログラム保存方法。

【請求項 11】

信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光の位相を変化させながら信号光と参照



光とを同時に光記録媒体に照射し、該信号光のファイル単位の情報複数のブロックに分割してブロック毎に複数ページのホログラムとして前記光記録媒体に多重記録した場合に

、
前記ファイル単位情報を再生した後に、前記ファイルがより少ないブロックに再分割されるように再生されたファイルを再記録して保存するホログラム保存方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】ホログラム保存方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホログラム保存方法に係り、特に、書き換え可能な光記録媒体に記録したデータを安定に保存するホログラム保存方法に関する。

【背景技術】

【0002】

次世代のコンピュータファイルメモリとして、3次元記録領域に由来する大容量性と2次元一括記録再生方式に由来する高速性とを兼ね備えたホログラフィックメモリが注目されている。ホログラフィックメモリでは、同一体積内に多重させて複数のデータページを記録することができ、且つページ毎にデータを一括して読み出すことができる。アナログ画像ではなく、二値のデジタルデータ「0, 1」を「明、暗」としてデジタル化し、ホログラムとして記録・再生することによって、デジタルデータの記録・再生も可能となる。最近では、このデジタルホログラフィックメモリシステムの具体的な光学系や体積多重記録方式に基づくS/Nやビット誤り率評価、又は2次元符号化についての提案がなされ、光学系の収差の影響など、より光学的な観点からの研究も進展している。

【0003】

図16(A)、(B)を参照して、体積多重記録方式の一例であるシフト多重記録方式について説明する。このシフト多重記録方式では、参照光として、球面波やスペckルパターン等、急峻に波面が変化する光波を用いる。このような参照光を用いた場合には、記録メディアの位置を記録スポットからシフト量 δ (図16(B))だけ僅かにずらすだけで、再生のためのブラッグ条件を外すことができ、そこに新たなホログラムを記録することができる。即ち、僅かに記録メディアを移動させながら記録することで略同じ体積中にホログラムを多重記録することができる。以上のように、デジタルホログラフィックストレージでは、二次元一括記録再生による高速転送と体積記録による大容量化が同時に実現できる。

【0004】

ホログラフィックメモリのメディア材料としては、フォトリソ材料、フォトリフラクティブ材料、アゾポリマー材料などが盛んに研究されている。この中でも、フォトリフラクティブ材料やアゾポリマー材料等のフォトクロミック材料を用いた記録メディアは、記録データを消去して、新たなデータを記録することが可能である。これら書き換え型の記録メディアは繰り返し記録が可能であることから、大容量の情報蓄積に加えて、ハードディスクなどのバックアップメモリとしての利用も大いに期待されている。

【0005】

しかしながら、フォトリフラクティブ材料やフォトクロミック材料を用いた記録メディアでは、ホログラム再生時の露光によってホログラムが劣化するという問題がある。即ち、読み出し光に記録時と同じ波長の光を用いると、再生を繰り返す度にホログラムの回折効率が低下し、再生データのビットエラーレート(BER)が増加する。その結果、ホログラムとして記録したデータを正常に復元することができなくなる。

【0006】

この問題を回避するために、再生時の読み出し光の強度を低下させ、再生時の露光によるホログラム劣化の程度を極力小さくする方法が提案されている(非特許文献1)。

【非特許文献1】Jpn. J. Appl. Phys., 34 (1995) 6439

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、読み出し光の強度を低下させると、再生光の強度も低下し、情報読み出しのBERが増加する。また、一般にフォトクロミック材料やフォトリフラクティブ材料には、光反応を引き起こす光強度の閾値が存在しないので、非常に微弱な光でも情報の記

録変化が生じる。このため、記録メディアから情報を破壊せずに読み出すことは困難である。即ち、非常に微弱な読み出し光を用いても、同じ位置に記録された情報の読み出し回数が増加するほど、その記録情報の破壊が進行する。

【0008】

本発明は、上記問題を解決すべく成されたものであり、本発明の目的は、ホログラムとして記録されたデータを安定に保存・再生することができるホログラム保存方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために本発明の第1のホログラム保存方法は、光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と同じ位置にホログラムとして再記録して保存することを特徴としている。また、本発明の第2のホログラム保存方法は、光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と異なる位置にホログラムとして再記録して保存することを特徴としている。

【0010】

上記した本発明のホログラム保存方法では、再生された情報をホログラムとして再記録して保存するので、再生を繰り返すことによりホログラムが読み出せなくなることがなく、ホログラムとして記録されたデータを安定に保存し且つ再生することができる。従って、再生時の露光によってホログラムが劣化する光記録媒体、例えば、フォトリソミック材料、フォトリフラクティブ材料を用いた光記録媒体に情報を保存する場合に、特に有効である。

【0011】

再生された情報を記録する位置は、元の情報が記録されていた所定位置と同じ位置でもよく、異なる位置でもよいが、再生された情報を所定位置と同じ位置に再記録する場合には、例えば、光記録媒体を露光する露光時間を変更する等により、十分に小さいBERを得ることができる適切な再生光強度となるように、再生された情報を再記録することが好ましい。或いは、再記録されたホログラムから得られた再生光の偏光状態が、再記録される前のホログラムから得られた再生光の偏光状態と異なるように、再生された情報を再記録することが好ましい。また、再生された情報を所定位置と異なる位置に再記録する場合には、情報を記録した位置を表す位置情報を併せて記録することが好ましい。

【0012】

記録された情報の再記録は、再生光の強度が所定値以下に低下した場合に行ってもよく、再生回数が所定値を超えた場合に行ってもよい。また、記録された情報が再生される度に、記録された情報の再記録を行うこともできる。

【0013】

また、ファイル単位の情報を複数のブロックに分割して、ブロック毎に複数ページのホログラムとして光記録媒体に多重記録する場合には、ファイル単位の情報を再生した後に、ファイルがより少ないブロックに再分割されるように、再生されたファイルを再記録して保存することが好ましい。この通り、いわゆるデフラグを実行してフラグメンテーションを解消することで、ファイル検索速度が低下するのを防止することができる。

【0014】

多重記録の方法としては、例えば、信号光と参照光との成す角度を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして光記録媒体に多重記録する角度多重方式、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光及び参照光と光記録媒体との少なくとも一方を相対移動させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射することにより記録位置を変化させて、該信号光の情報を複数ページのホログラムとして光記録媒体に多重記録するシフト多重記録方式、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光と参照光の波長を所定波長 $\Delta\lambda$ ずつ変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射して、信

号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム光記録媒体に記録する波長多重記録方式、信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光の位相を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム光記録媒体に記録する位相多重記録方式などがある。

【発明の効果】

【0015】

以上説明したように本発明によれば、ホログラムとして記録されたデータを安定に保存・再生することができる、という効果が得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、図面を参照して、本発明のホログラム保存方法を適用してホログラムの記録・再生を行うホログラム記録再生装置について詳細に説明する。

【0017】

図1に示すように、本実施の形態のホログラム記録再生装置には、例えばNd:YVO₄結晶を用いたレーザ発振器10が設けられている。レーザ発振器10からは、コヒーレント光である波長532nmのレーザ光が発振され、照射される。レーザ発振器10のレーザ光照射側には、P偏光を透過しかつS偏光を反射することにより、レーザ光を参照光用の光と信号光用の光との2つの光に分離する偏光ビームスプリッタ16が配置されている。

【0018】

偏光ビームスプリッタ16の光反射側には、参照光用のレーザ光を反射して光路をホログラム記録媒体方向に変更する反射ミラー18、及び参照光用のレーザ光を集光して球面参照波からなる参照光を生成する対物レンズ20が順に配置されている。この対物レンズ20のレーザ光集光側には、z面内でディスク状に形成されたホログラム記録媒体24を回転させるステッピングモータを備えたx-zステージ22が設けられている。対物レンズ20は、ホログラム記録媒体24に球面参照波であるS偏光を参照光として照射する。

【0019】

偏光ビームスプリッタ16の光透過側には、偏光ビームスプリッタ16を透過したP偏光を遮断するためのシャッター12及び偏光面を90度回転する旋光子26の各々が、各々別々に光路中に挿入及び光路から退避可能に配置されている。旋光子26の光透過側には、信号光用のレーザ光を45°の反射角で反射して光路をホログラム記録媒体方向に変更する反射ミラー28、レンズ30、32、34で構成されたレンズ系が順に配置されている。レンズ32とレンズ34との間には、液晶表示素子等で構成され、供給された各ページ毎の記録信号に応じて信号光用のレーザ光を変調し、ホログラムの各ページを記録するための信号光を生成する透過型の空間変調素子36が配置されている。

【0020】

レンズ30、32は、レーザ光を大径のビームにコリメートして空間変調素子36に照射し、レンズ34は空間変調素子36で変調されて透過したP偏光を信号光としてホログラム記録媒体24上に集光させる。このとき、信号光の集光スポットが、参照光の集光スポットより小さくなるように集光され、信号光と参照光とが同時にホログラム記録媒体24に照射される。また、P偏光を信号光としS偏光を参照光としているため、ホログラムの各ページを記録する際の信号光の偏光方向と参照光の偏光方向とは直交している。なお、S偏光を信号光としP偏光を参照光としてもよく、偏光面が平行な信号光と参照光とを用いてもよく、異なる方向に回転する円偏光を各々信号光と参照光として用いてもよい。

【0021】

ホログラム記録媒体24の再生光透過側には、レンズ38、再生光から所定偏光方向の光（例えば、0°偏光成分、45°偏光成分、または90°偏光成分）を選択して透過させる検光子44、及びCCD等の撮像素子で構成され、受光した再生光を電気信号に変換

して出力する検出器 40 が配置されている。検出器 40 は、パーソナルコンピュータ 42 に接続されている。

【0022】

パーソナルコンピュータ 42 は、CPU、ROM、RAM、メモリ等を備え、ディスプレイやキーボード等の図示しない入出力装置に接続されると共に、パーソナルコンピュータから所定のタイミングで供給された記録信号に応じてパターンを発生するパターン発生器 46 を介して空間変調素子 36 に接続されている。また、パーソナルコンピュータ 42 には、シャッター 12 及び旋光子 26 を各々別々に光路中に挿入するように駆動すると共に、光路中に挿入されているシャッター 12 または旋光子 26 を光路から別々に退避させる駆動装置 48 が接続されている。また、パーソナルコンピュータ 42 には、x-z ステージ 22 を駆動する駆動装置 50 が接続されている。

【0023】

図 2 に、ホログラム記録媒体（光記録媒体）24 の構成を示す。なお、本実施の形態のホログラム記録媒体は、ディスク状に形成されているが、図では、矩形に切出した一部分を示した。図 2 (A) に示すように、ホログラム記録媒体 24 は、例えば $100\mu\text{m}$ 以上の厚膜状に成型された光記録層 23 で構成されている。光記録層担体では強度が不十分の場合は、図 2 (B) 又は (C) に示すように片面あるいは両面に石英やプラスチック等の板状の透明な媒質で構成された基板 25 を設ける。

【0024】

光記録層 23、すなわち光感応層は、光誘起屈折率変化あるいは光誘起二色性を示し、光誘起屈折率変化あるいは光誘起二色性が常温で保持されるフォトリフラクティブ材料や偏光感応材料であればどのような材料も使用することができるが、側鎖に光異性化する基を有する高分子、例えば、ポリエステル群から選ばれた少なくとも一種の重合体であって、その側鎖に光異性化する基、例えば、アゾベンゼン骨格を有する材料が好適である。

【0025】

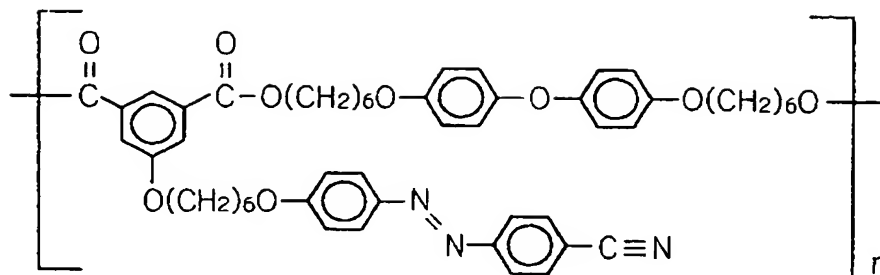
アゾベンゼンを例に光誘起複屈折の原理について説明する。アゾベンゼンは、光の照射によってトランス-シストランスの異性化サイクルを繰り返す。光照射前は、光記録層にはトランス体のアゾベンゼン分子が多く存在する。これらの分子はランダムに配向しており、マクロに見て等方的である。直線偏光を照射すると、偏光方向と同じ方位に吸収軸を持つアゾベンゼン分子は選択的にトランス-シス異性化される。偏光方向と直交した吸収軸を持つトランス体に緩和した分子は、もはや光を吸収せずその状態に固定される。結果として、マクロに見て吸収係数及び屈折率の異方性、つまり二色性と複屈折が誘起される。このような光異性化基を含む高分子は、光異性化により高分子自身の配向も変化し大きな複屈折を誘起することができる。このように誘起された複屈折は高分子のガラス転移温度以下で安定であり、ホログラムの各ページの記録に好適である。

【0026】

下記の化学式で示される側鎖にシアノアゾベンゼンを有するポリエステル（特開平10-340479号公報参照）は、上述した機構によってホログラムを記録する材料として好適である。このポリエステルは、側鎖のシアノアゾベンゼンの光異性化による光誘起異方性に起因して、信号光の偏光方向をホログラムとして記録することができ、室温でホログラム記録可能であり、消去光を照射しない限り記録されたホログラムは半永久的に保持される。

【0027】

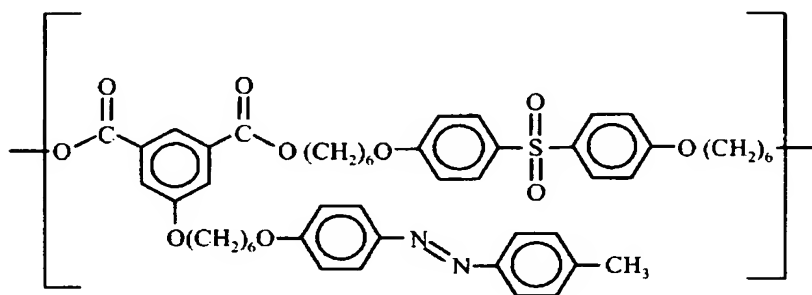
【化 1】



さらに、光の透過率を調整するなどの目的で、例えばアゾベンゼン骨格のような光感応基を含む高分子と記録光に対する吸収が小さい高分子とを混合してなるポリマーブレンドを用いることもできるし、アゾベンゼン骨格のような光感応基を含むモノマーと記録光に対する吸収が小さいモノマーとの共重合体を用いることもできる。例えば、下記の化学式（１）、化学式（２）で表される２種類の高分子のポリマーブレンド（特願2003-126692号公報参照）を用いることができる。厚膜の記録媒体を用いる際には、膜厚が増加するにつれて、媒体内での光吸収が増加するため、媒体の吸収率を調整するなどの目的で混合比を適切に設定する。これにより、記録媒体の体積に良好にホログラムを記録することが可能となる。

【0028】

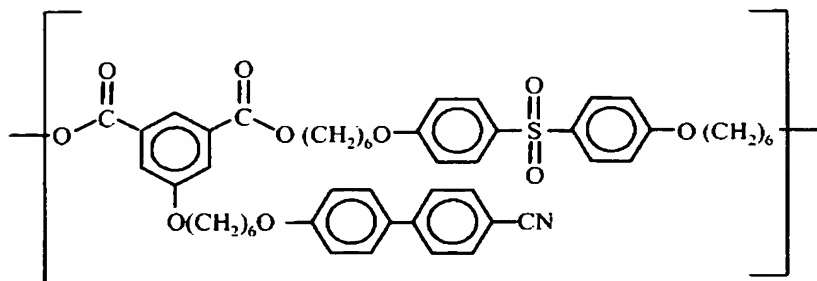
【化 2】



化学式（１）

【0029】

【化 3】



化学式（２）

また、ディスク状のホログラム記録媒体 24 では、光記録層 23 に複数の記録トラックが同心円状に配置され、この記録トラックは、図 3 に示すように、多数の記録領域 $a_1 \sim a_n$ に分割されている。記録領域 $a_1 \sim a_n$ 各々の容量は等しく、分割された記録領域単位でデータの記録又は再生が行われる。なお、記録領域 $a_1 \sim a_n$ 各々の容量は異なっていて

もよく、複数の記録領域単位でデータの記録又は再生を行うこともできる。

【0030】

なお、多数の記録領域の一部は、記録されたデータのファイル名、更新日時、ファイルサイズ、記録領域等のディレクトリ情報を記録するために使用される。また、多数の記録領域の他の一部は、記録されるファイルとこのファイルを記録した記録領域とを対応付けるファイル配置表 (FAT; File Allocation Table) を記録するために使用される。これらディレクトリ情報と FAT を参照して得られるアロケーション情報とから、記録領域の使用状況を把握することができる。

【0031】

次に、図 4 を参照して、パーソナルコンピュータ 42 によって実行される記録再生処理ルーチンについて説明する。まず、操作者は、図示しない操作装置を操作して、ホログラムの記録処理かホログラムの再生処理かを選択する。ファイルを複数ページのホログラムとして記録する場合には、ファイルを予めパーソナルコンピュータに入力し、ページ毎に記録信号を生成しておく。

【0032】

ステップ 100 では、ホログラムの記録処理が選択されたか、ホログラムの再生処理が選択されたかを判断し、ホログラムの記録処理が選択された場合には、ステップ 102 において、ファイルのページ数に応じて露光スケジュールを演算する。そして、演算した露光スケジュールをメモリに記憶する。

【0033】

ファイルのページ数、即ち、ファイルの多重度を M とすると、ファイルの第 N 番目のページを露光する露光時間 t_N (秒) は、例えば下記式によって求めることができる。

【0034】

【数 1】

$$t_N = A \exp(-B(N-M))$$

ここで、 A 及び B は定数である。定数 A は、最終ページのホログラムから再生に必要な回折効率を得るための露光時間 (秒) の値とすることができる。ここで、 A 及び B は定数である。定数 A は、最終ページのホログラムから再生に必要な回折効率を得るための露光時間 (秒) の値とすることができる。露光時間を短縮するには、定数 A はできるだけ小さい値の方が好ましい。定数 B は、各ページの回折効率のばらつきが小さくなるように、記録媒体の特性や記録光強度に応じて設定する。化学式 (2) で表される高分子化合物に、化学式 (1) で表される高分子化合物を 50 質量% 含むポリマーブレンドに、光強度 220 mW/cm^2 である記録光を用いる場合には、例えば、露光時間 t_N は下記式で表すことができる。

【0035】

【数 2】

$$t_N = 0.25 \exp(-0.09(N-M))$$

なお、再記録時の回折効率の変動を考慮したシステム設計については後述する。

【0036】

次のステップ 104 で、駆動装置 48 を駆動し、シャッター 12 を光路から退避させてレーザ光が通過できるようにすると共に、駆動装置 50 により $x-z$ ステージ 22 のステッピングモータを駆動して、ホログラム記録媒体を所定の回転速度で回転させる。

【0037】

次のステップ 106 で、レーザ光を照射すると共に、パーソナルコンピュータ 42 から各ページ毎の記録信号を露光スケジュールに従って所定のタイミングで出力し、ホログラム記録媒体へのホログラムのシフト多重記録処理を実行して、処理ルーチンを終了する。

偏光ビームスプリッタ 16 を透過した P 偏光は、空間光変調素子 36 で変調されて、信号光としてホログラム記録媒体 24 に照射される。一方、偏光ビームスプリッタ 16 で反射された S 偏光は、参照光としてホログラム記録媒体 24 に照射される。

【0038】

本実施の形態のシフト多重記録方法では、参照光として球面波を用い、ホログラム記録材料をディスク状とし、ディスク状のホログラム記録媒体（ディスク）を回転させることによりシフト多重記録を行っている。このシフト多重記録方法では、ディスクの回転によって同じ領域に複数ページのホログラムを重ねて記録することができる。レーザ光の波長や記録メディアの膜厚、対物レンズの NA を適切に設定すると、次のページのホログラムを記録するために記録位置が数十 μm 移動するようにディスクを回転するだけで、ディスクの略同じ領域に次のページのホログラムを記録し、既に記録されているページとクロストーク無く再生することができる。これは、参照光が球面波であるため、ディスク状のホログラム記録媒体のシフト（数十 μm の移動）によって参照光の角度が変化したのと等価になることを利用したものである。

【0039】

球面参照波を用いたシフト多重記録のディスク状ホログラム記録媒体のシフト量を定める距離、すなわち、互いのホログラムが独立に分離できる距離 $\delta_{\text{spherical}}$ は下記（1）式で与えられる。

【0040】

【数 3】

$$\delta_{\text{spherical}} = \delta_{\text{Bragg}} + \delta_{\text{NA}} \approx \frac{\lambda z_0}{L \tan \theta_s} + \frac{\lambda}{2(NA)} \quad (1)$$

ここで、 λ はレーザ光の波長、 z_0 は球面参照波を生成する対物レンズとホログラム記録媒体の記録媒体内から見た距離、 L はホログラム記録媒体の膜厚、 NA は対物レンズの開口数、 θ_s は信号光と参照光との記録媒体内での角度である。上記（1）式より、ホログラム記録媒体の厚さ L が大きいほど、互いのホログラムが独立に分離できる距離に応じて定まるシフト量 δ は小さくなり、したがって多重度を増加することができ、記録容量を増大させることができる。

【0041】

パーソナルコンピュータでは、ホログラム記録媒体を回転させた状態で、ホログラムの各ページが記録開始位置からシフト量 δ の間隔で記録されるように定められたタイミングで各ページの記録信号を空間変調素子に供給する。

【0042】

本実施の形態では、通常のデジタルホログラフィックストレージと同様に、信号光をレンズによりフーリエ変換して記録メディアであるホログラム記録媒体に照射する。レンズを用いることにより、比較的強い光強度をホログラム記録媒体面で得ることができる。このとき、フーリエ変換レンズとホログラム記録媒体との距離とレンズの焦点距離とを等しくすると、フーリエ変換ホログラムが記録される。一般的には、記録面上で信号光の 0 次回折光の強度を抑える目的でレンズのフォーカス位置から記録メディアを若干ずらしてホログラム記録を行う。

【0043】

図 6 は、デフォーカス位置でのホログラム記録時の様子を模式的に描いた図である。ホログラム記録媒体面上では、信号光はレンズによってある程度集光され、かつ、データページの回折パターンが現れる。この回折パターンは、デジタルデータページのパターン（周期性）に対応しており、デジタルデータページがランダムパターンのときに一番の広がりを持っている。

【0044】

一方、参照光は信号光の全ての回折パターンをカバーするように、信号光の回折パター

ンの照射領域と比較して広い領域に照射される。信号光と参照光の干渉により光が強めあうところでは屈折率あるいは吸収変化が生じ、弱めあうところではこれらの変化が少ない。この現象で各ページのホログラム記録が行われる。

【0045】

以上のシフト多重記録処理により、ファイル毎に複数ページのホログラムが多重記録される。図7に示すように、例えば、ファイルが6ページのホログラム62₁～62₆として記録される場合は、先頭ページを表す情報を記録したホログラム64と、最終ページを表す情報を記録したホログラム66とを含めて全部で8ページのホログラムが多重記録される。

【0046】

ステップ100で、ホログラムの再生処理が選択されたと判断された場合には、ステップ108において、シャッタ12を光路中に挿入し、ステップ110でホログラムの再生処理を実行する。シャッタ12を光路中に挿入することにより、偏光ビームスプリッタ16を透過したレーザ光がシャッタ12で遮光されるため、参照光のみがホログラムを記録したホログラム記録媒体24に照射される。ホログラム記録媒体24で回折された再生光は、レンズ38を透過し、検光子44により所定偏光成分の再生光のみが選択して透過され、検出器40に受光された再生光が検出器40により電気信号に変換されてパーソナルコンピュータ42に入力された後、図示しない復号器により復号され、元のデジタルデータが復元される。

【0047】

次のステップ112では、再記録を行なうか否かを判断する。再記録を行なうか否かは、例えば、検出器40で検出される再生光の強度について予め閾値（下限値）を設定しておき、再生光の強度がこの閾値以下になったか否かにより判断することができる。閾値は、光検出器40の感度、データ再生に最低限必要な再生光のS/N比等に基づいて決められる。例えば、再生データのBERが許容限界値（例えば、 10^{-3} ）を超えたときの再生光の強度を閾値とすることができる。

【0048】

なお、再生光の強度が閾値以下になる再生回数が分かっている場合は、光記録媒体に再生回数を記録しておき、記録された再生回数に基づいて再記録を行なうか否かを判断してもよい。本実施の形態では、再記録を行なうか否かを判断するようにしたが、再生する毎に最記録を行なうこともできる。

【0049】

ステップ112で再記録は行なわないと判断された場合には、処理ルーチンを終了する。一方、ステップ112で再記録を行なうと判断された場合には、次のステップ114でホログラムの再記録処理のサブルーチンを実行する。次に、図8を参照して、再記録処理のサブルーチンについて説明する。

【0050】

ステップ200では、再生されたファイルを同じ位置に再記録するか否かを判断する。同じ位置に再記録するか否かは、例えば、デフラグを実行するか否かで判断する。同じ位置に再記録する場合には、ステップ202において、露光スケジュールをメモリから読み出し、ステップ204で、駆動装置48を駆動し、シャッター12を光路から退避させてレーザ光が通過できるようにすると共に、駆動装置50によりx-zステージ22のステッピングモータを駆動して、ホログラム記録媒体を所定の回転速度で回転させる。

【0051】

次のステップ206で、レーザ光を照射すると共に、パーソナルコンピュータ42から各ページ毎の記録信号を露光スケジュールに従って所定のタイミングで出力し、ホログラム記録媒体へのホログラムのシフト多重記録処理を実行して、処理ルーチンを終了する。この場合、図11（A）～（C）に示すように、再生されたホログラムが記録されていた位置と同じ位置に再度記録される。

【0052】

上述した通り、再生光の強度について予め閾値（下限値）が設定されている。一方、光検出器 40 で検出できる再生光の強度には上限が存在する。例えば、光検出器 40 に CCD カメラを用いた場合には、再生光の強度が大きすぎると、ブルーミングやスミアと呼ばれるノイズが発生し、BER が増加してしまう。従って、BER が許容限界値を超えない最大の再生光の強度が上限となる。これら再生光強度の下限と上限との差を、読出し可能ラチチュードと称する。

【0053】

一般に、同じ露光スケジュールで再記録を行なうと、読み出し光強度が一定ならば、再記録されたホログラムから最初に再生される再生光の強度は、元のホログラムから記録後に最初に再生される再生光の強度よりも大きくなる。なぜなら、再記録前の（下限値での）記録領域には、残留ホログラムがあるからである。従って、再記録後に最初に再生される再生光の強度が上記の読出し可能ラチチュードの範囲内に収まるように、最初に記録されたホログラムから最初に再生される再生光の強度を設定する。この設定は、露光スケジュールや読み出し光の強度を調整することによって行われる。

【0054】

例えば、図 9 に示すように、最初に記録したホログラムを最初に再生した場合の再生光の強度を I_{finit} （A 点）とする。再生回数の増加（読み出し可能回数の減少）に伴いこのホログラムからの再生光強度は減少してゆき、閾値（下限値）以下になると再記録を実施する。例えば、100 回の読み出しが可能であるとすると、1 回再生する毎に読み出し可能回数は 1 回減少し、100 回再生するとこれ以上は読み出し不可能となる。再記録の際に、最初の記録時と同じ露光スケジュールで再記録を行うと、記録領域の残留ホログラムのために再記録したホログラムを最初に再生した場合の強度 I_{rinit} （B 点）は I_{finit} よりやや大きくなる。この場合、再記録により再生光の強度が増加しても、B 点は読出し可能ラチチュード内なので問題なく再生することができる。

【0055】

一方、 I_{finit} が読出し可能ラチチュードの上限よりやや小さい A' 点にある場合には、再記録後の最初の再生光強度 I_{rinit} は B' 点まで増加し、読出し可能ラチチュードから外れてしまう。この場合は、BER が増加するため、再記録したホログラムを読み出すことができない。従って、再記録後の最初の再生光強度 I_{rinit} が B 点のように読出し可能ラチチュードの範囲内に収まるように I_{finit} を設定する必要がある。露光スケジュールが同じ場合は、再生光強度の調整は、読み出し光強度の調整によってなされる。この例の場合、再記録回数を少なくするには、B' 点 が読出し可能ラチチュードの上限になるように読み出し光強度を調整することによって、A 点を設定することができる。

【0056】

なお、露光スケジュールを設定する際には、再記録による再生光強度の増加量を予め考慮して、最適な I_{finit} を設定する必要がある。再記録回数を少なくするには、 I_{rinit} が読出し可能ラチチュードの最大値となるように、露光スケジュールを設定することが望ましい。また、再記録後の再生光の強度が、常に読出し可能ラチチュード内となるように、再記録用の露光スケジュールを設定することもできる。

【0057】

また、読出し可能ラチチュードは、光検出器 40 の仕様によって異なる可能性がある。従って、ホログラム記録媒体を可搬性記録媒体として使用する場合には、使用が想定される光検出器のなかで最小の読出し可能ラチチュードをもつ光検出器に合わせて I_{finit} （A 点）を設定する必要がある。例えば、図 10 に示すように、読出し可能ラチチュードが異なる 2 つの装置 1 及び装置 2 を用いた場合を想定する。再記録後の再生光の強度 I_{rinit} （B 点）は、装置 1 の読出し可能ラチチュード内であるが、装置 2 の読出し可能ラチチュードの範囲を外れている。従って、装置 2 では適切にデータの読出しができない。装置 1 や装置 2 でも適切にデータの読出しを行うためには、B 点がどちらの装置の読出しラチチュードにも入るように、A 点の位置を設定することが必要である。

【0058】

ステップ200において、同じ位置に再記録しないと判断された場合には、異なる位置に再記録することになる。従って、次のステップ208でFATを参照して空いている記録領域を検索し、ステップ210で露光スケジュールをメモリから読み出し、ステップ212で、駆動装置48を駆動し、シャッター12を光路から退避させてレーザ光が通過できるようにすると共に、駆動装置50によりx-zステージ22のステッピングモータを駆動して、ホログラム記録媒体を所定の回転速度で回転させる。

【0059】

次のステップ214で、レーザ光を照射すると共に、パーソナルコンピュータ42から各ページ毎の記録信号を露光スケジュールに従って所定のタイミングで出力し、ホログラム記録媒体へのホログラムのシフト多重記録処理を実行して、処理ルーチンを終了する。この場合、図12(A)～(C)に示すように、再生されたホログラムが記録されていた位置とは異なる位置に再度記録される。

【0060】

また、ファイルを複数のブロックに分割して記録した場合には、異なる位置に再記録する際にデフラグを実行することが好ましい。

【0061】

例えば、図13に示すように、11ページ分のページデータ62₁～62₁₁で構成された1つのファイルを4つの記録領域a₁、a₂、a₃、a₈に分散させて記録した場合であっても、その後、図14に示すように、記録領域a₂の他のファイルが削除される等、記録領域の使用状況が変化すれば、それに応じてファイルを再配置する。この例では、記録領域a₂の他のファイルが削除されたことで、連続する3つの記録領域a₁、a₂、a₃を使用して、記録領域a₁には4ページ分、記録領域a₂には5ページ分、記録領域a₃には2ページ分と、上記ファイルを3分割して記録することが可能になり、フラグメンテーションが解消される。

【0062】

図13に示すように、ファイルを複数のブロックに分割する場合には、先頭ブロックの先頭ページにはヘッド情報を表すページデータ64が付加され、各ブロックの最終ページには次に読み出すブロックが記録された記録領域を表すページデータ66₁～66₃が付加される。但し、末尾ブロックの最終ページには、次に読み出すブロックが無い旨の情報を表すページデータ66₄が付加される。従って、フラグメンテーションの状態でもファイルの読み出しは可能であるが、再生時にヘッド若しくは記録媒体の移動量が多くなり、ファイル検索速度（シークタイム）が低下する。これに対し、図14に示すように、再記録時にデフラグを実行することで、シークタイムが改善される。

【0063】

以上説明した通り、本実施の形態では、読み出し光の照射によりホログラムとして記録されたデータが劣化し、検出される再生光の強度が低下した場合に、再生されたデータをホログラムとして再記録して保存するので、再生を繰り返すことによりホログラムが読み出せなくなることがなく、ホログラムとして記録されたデータを安定に保存し且つ再生することができる。

【0064】

なお、上記では、ホログラム記録媒体を回転させてシフト多重記録する例について説明したが、ホログラム記録媒体を直線状に移動させてシフト多重記録するようにしてもよく、ホログラム記録媒体を回転または直線状に移動する代わりに、信号光及び参照光をホログラム記録媒体上に走査するようにしてもよい。

【0065】

上記では、シフト多重記録方法を適用した実施の形態について説明したが、角度多重記録方法、波長多重記録方法、又は位相多重記録方法にも本発明を適用することができる。

【0066】

角度多重記録方法に適用する場合は、ホログラム記録時には、図15に示すように、信号光に対する参照光の成す角度を所定角度 θ ずつ変化させながら信号光と参照光とを同時

に光記録媒体に照射することにより記録角度を変化させて、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム記録媒体に記録する。なお、上記では参照光の角度を変化させて多重記録する例について説明したが、参照光に対する信号光の角度を変化させて多重記録するようにしてもよい。

【0067】

また、波長多重記録方法に適用する場合は、ホログラム記録時には、信号光と参照光との成す角度を一定にし、信号光と参照光の波長を所定波長 $\Delta\lambda$ ずつ変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム光記録媒体に記録する。

【0068】

更に、位相多重記録方法に適用する場合は、ホログラム記録時には、信号光と参照光との成す角度を一定にし、参照光の位相を変化させながら信号光と参照光とを同時に光記録媒体に照射し、信号光の情報を複数ページのホログラムとしてホログラム光記録媒体に記録する。

【0069】

上記では、最初の記録時と同じ偏光状態の信号光と参照光とを用いて再記録を行う例について説明したが、最初の記録時とは異なる偏光方向の再生光が得られるように、最初の記録時と異なる偏光状態の信号光と参照光とを用いて再記録を行うことで、再記録前後でのホログラムの回折効率の変動を防止することができる。また、最初に記録されたホログラムとは得られる再生光の偏光方向が異なるため、検光子等を用いることで、再記録されたホログラムからの再生光を容易に分離して検出することができる。即ち、再記録されたデータをクロストーク無く再生することができる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図1】 本実施の形態のホログラム記録再生装置の概略図である。

【図2】 (A) ~ (C) は、ホログラム記録媒体の構成を示す概略図である。

【図3】 ホログラム記録媒体の光記録層に配置された記録領域を示す概略図である。

【図4】 本実施の形態のホログラム記録再生処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図5】 ファイルの多重度に応じた露光スケジュールを示す線図である。

【図6】 信号光照射領域と参照光照射領域との関係を示す概略図である。

【図7】 多重記録されたホログラムの記録状態を示す図である。

【図8】 再記録処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図9】 再記録前後の再生光強度と読み出し可能ラチチュードとの関係を示す線図である。

【図10】 再記録前後の再生光強度と2種類の読み出し可能ラチチュードとの関係を示す線図である。

【図11】 (A) ~ (C) は、再生されたホログラムが記録されていた位置と同じ位置に再記録する方法を説明する図である。

【図12】 (A) ~ (C) は、再生されたホログラムが記録されていた位置と異なる位置に再記録する方法を説明する図である。

【図13】 1つのファイルが複数のブロックに分割されて記録された状態を示す概念図である。

【図14】 デフラグ後にファイルが再配置された状態を示す概念図である。

【図15】 ホログラム多重記録方法の一つである角度多重記録方法を説明する図である。

【図16】 (A) 及び (B) は、シフト多重記録方法を説明する図である。

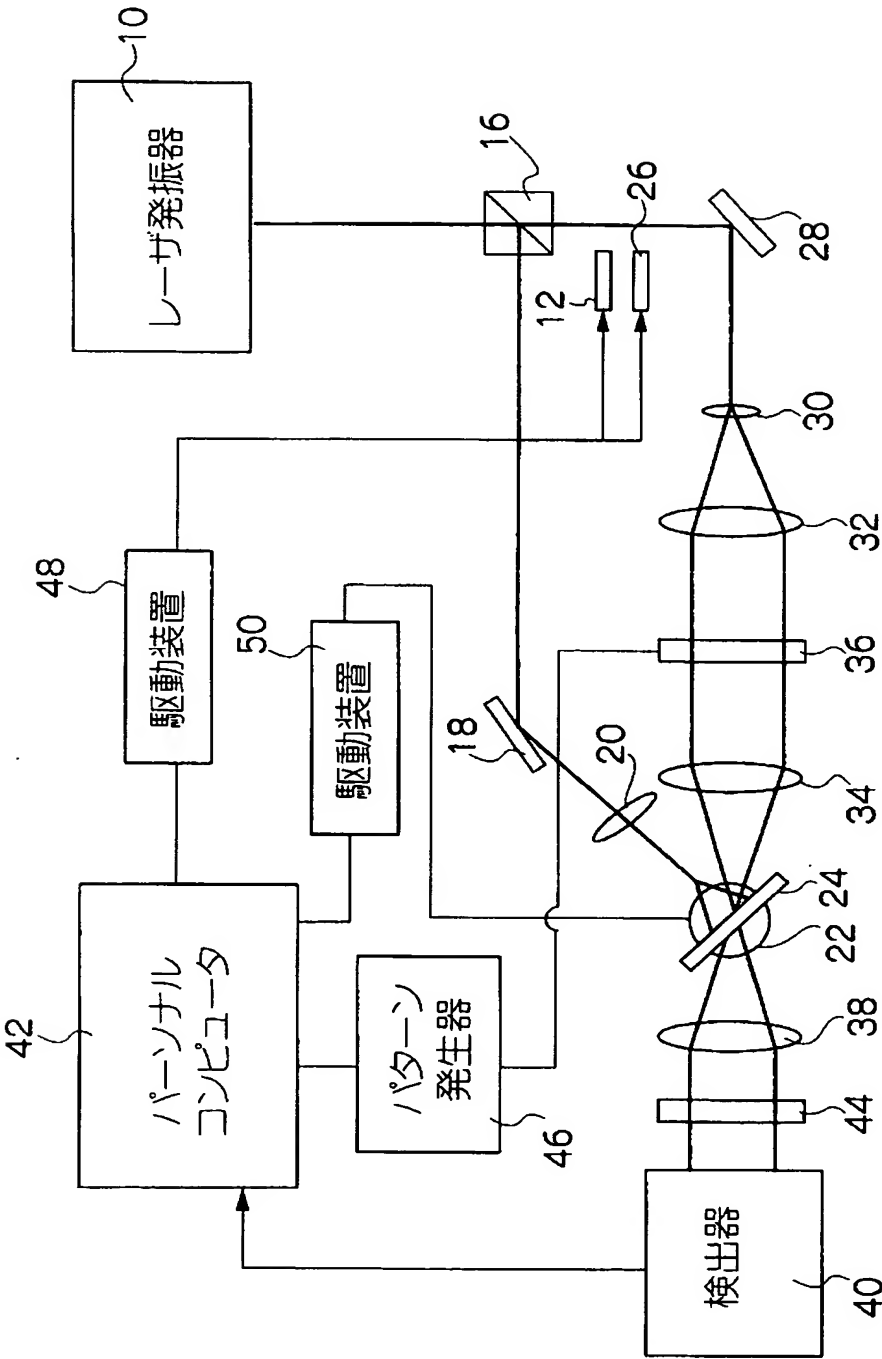
【符号の説明】

【0071】

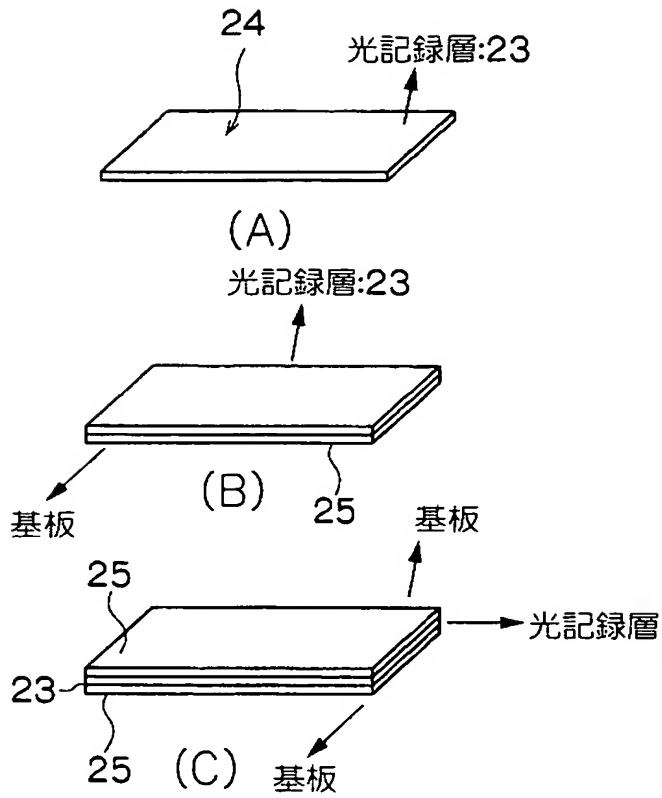
10 レーザ発振器

- 1 2 シャッター
- 1 6 偏光ビームスプリッタ
- 1 8 反射ミラー
- 2 0 対物レンズ
- 2 2 x - z ステージ
- 2 3 光記録層
- 2 4 ホログラム記録媒体
- 2 6 旋光子
- 2 8 反射ミラー
- 3 0、3 2、3 4、3 8 レンズ
- 3 6 空間変調素子
- 4 0 検出器
- 4 2 パーソナルコンピュータ
- 4 4 検光子
- 4 6 パターン発生器
- 4 8、5 0 駆動装置

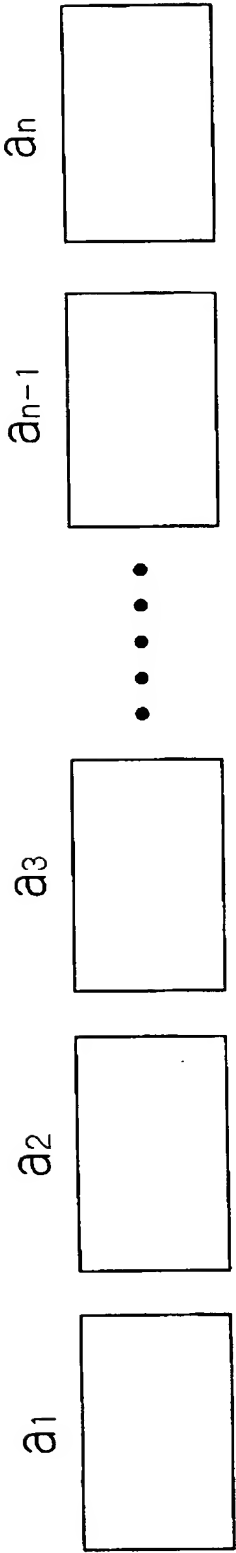
【書類名】 図面
【図 1】



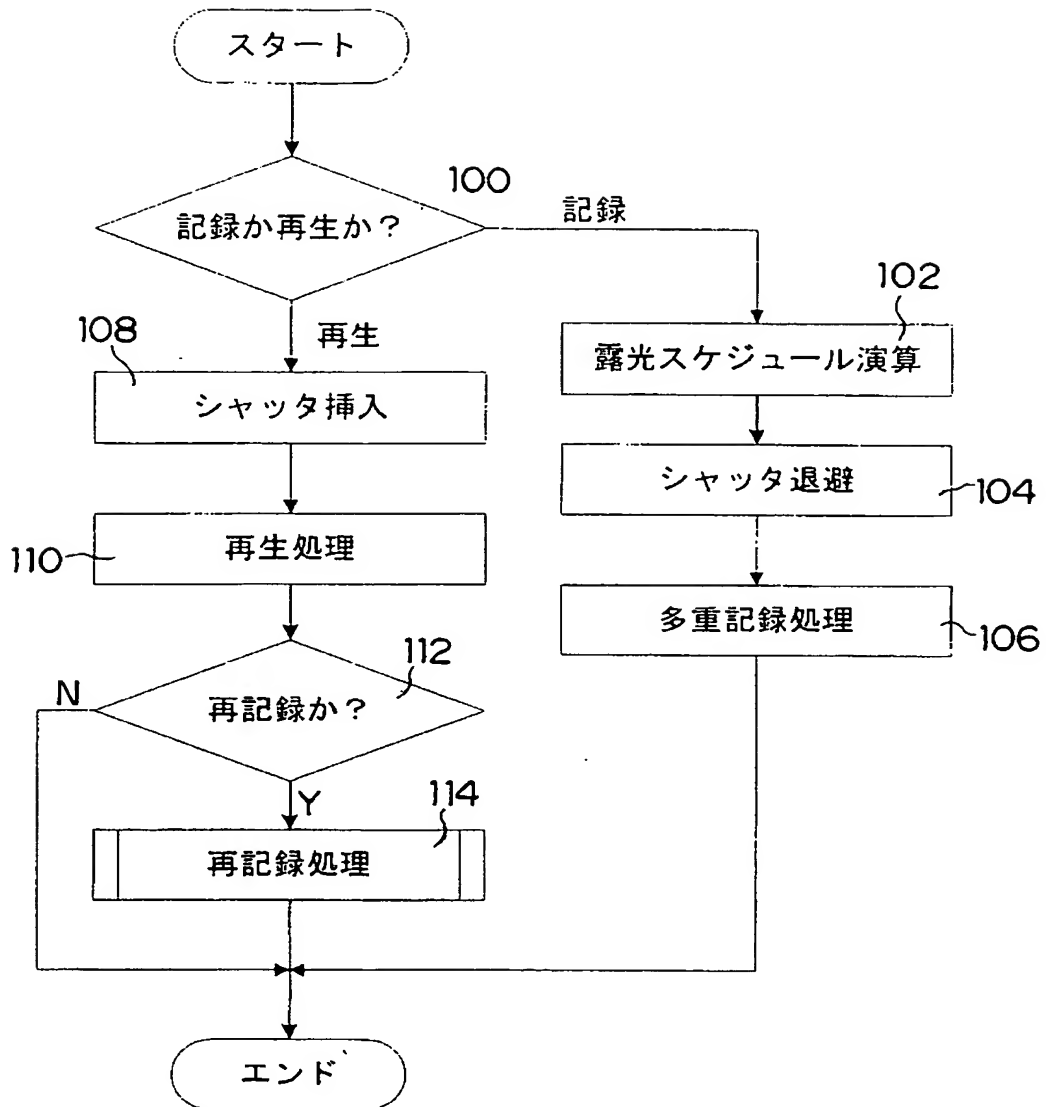
【図 2】



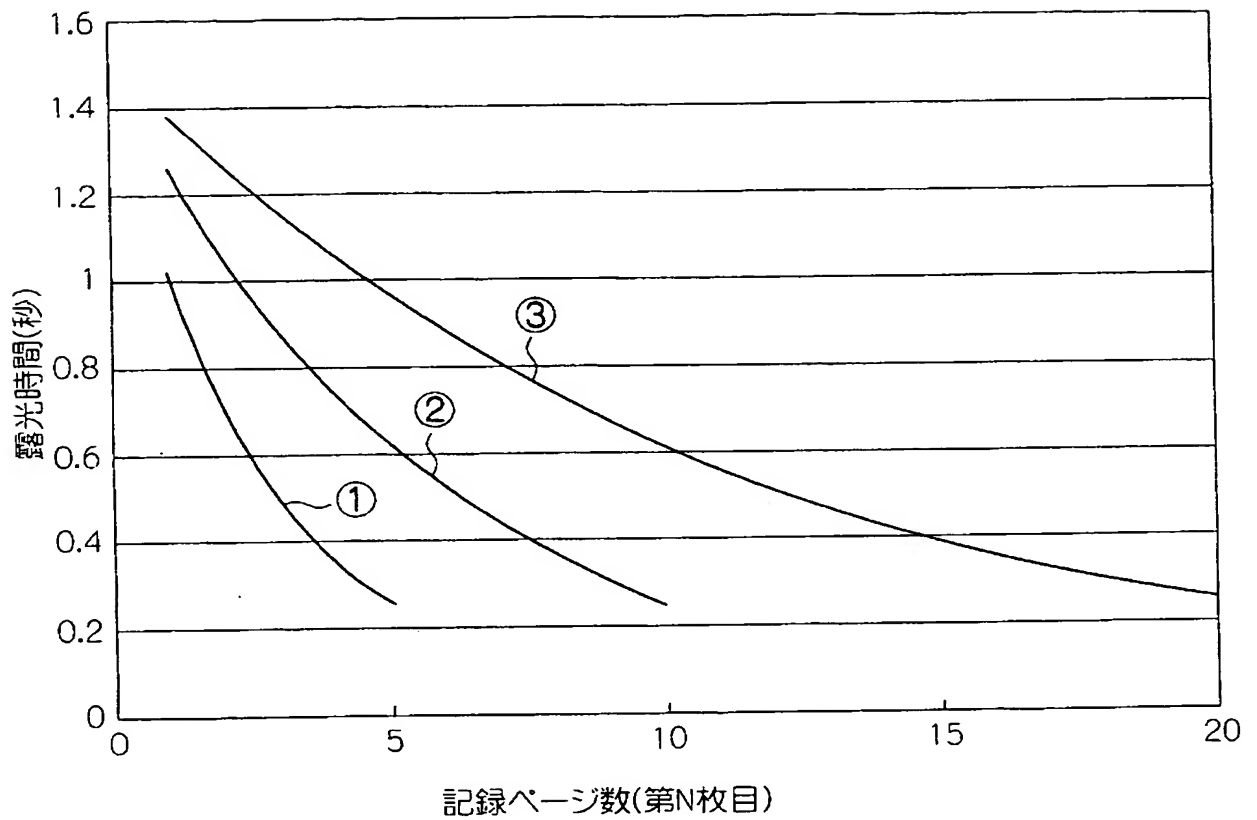
【図 3】



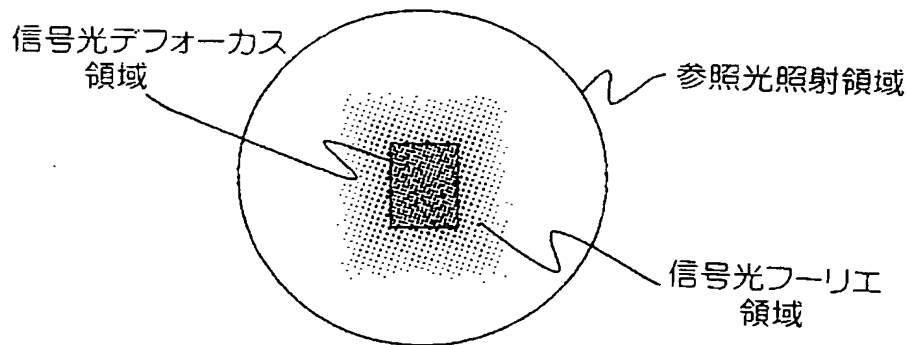
【図4】



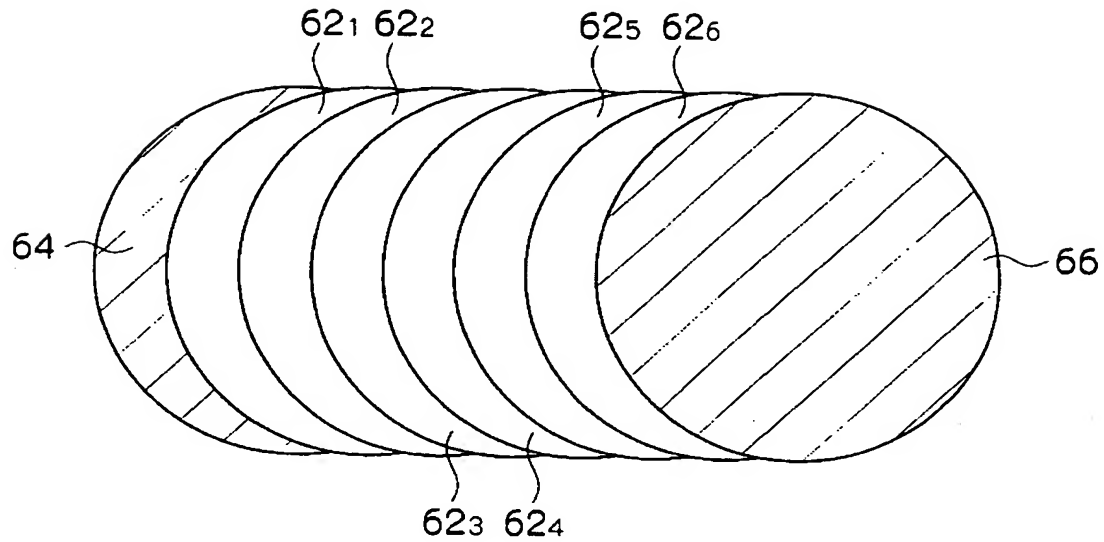
【図 5】



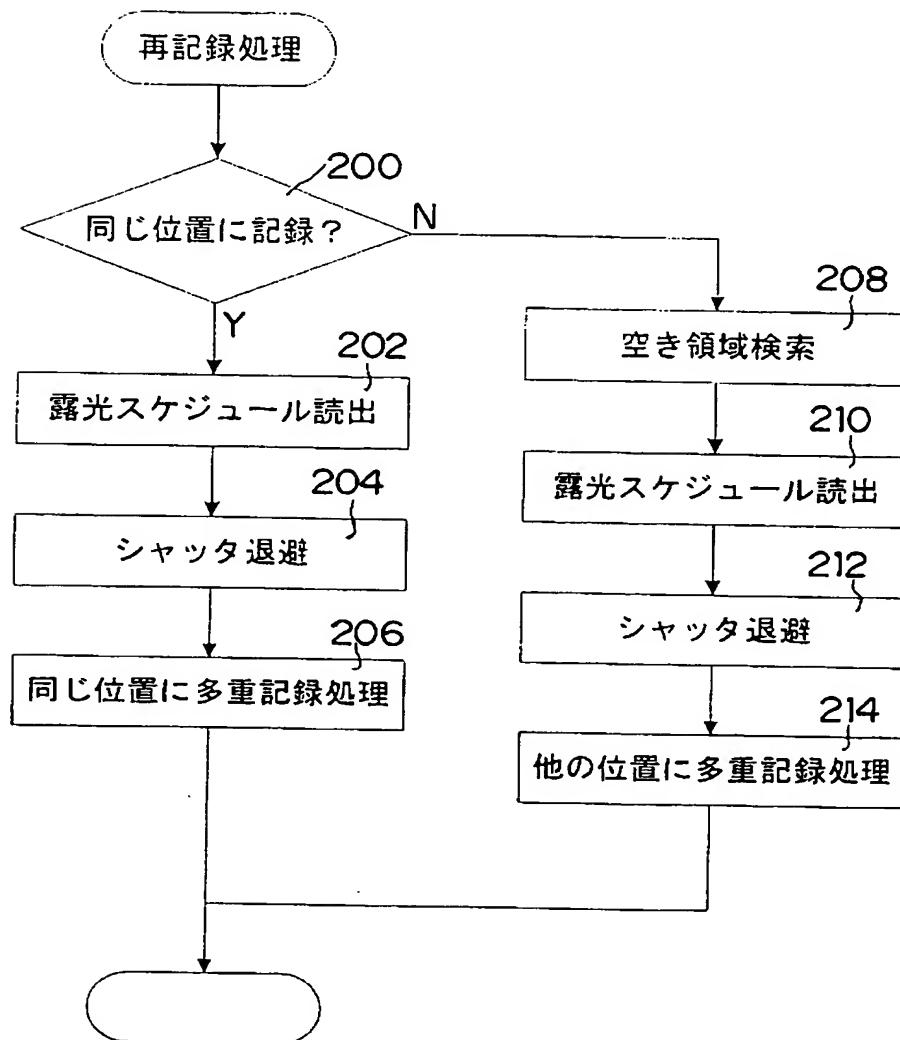
【図 6】



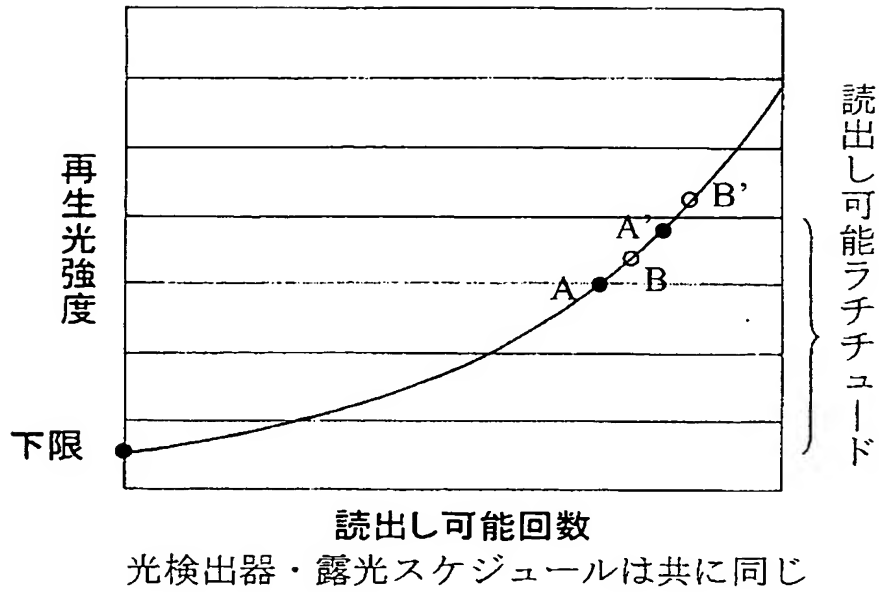
【図 7】



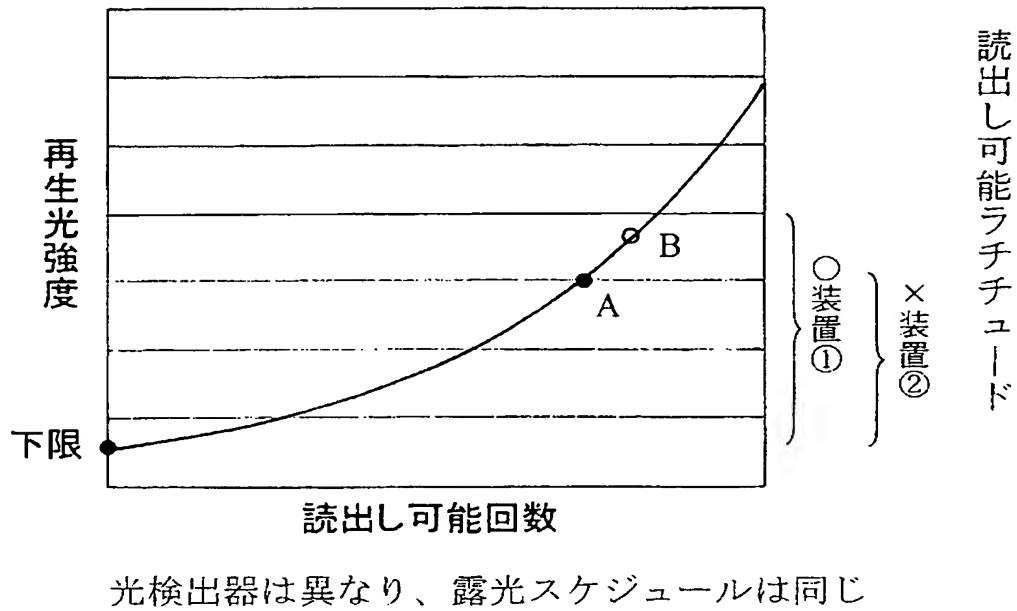
【図 8】



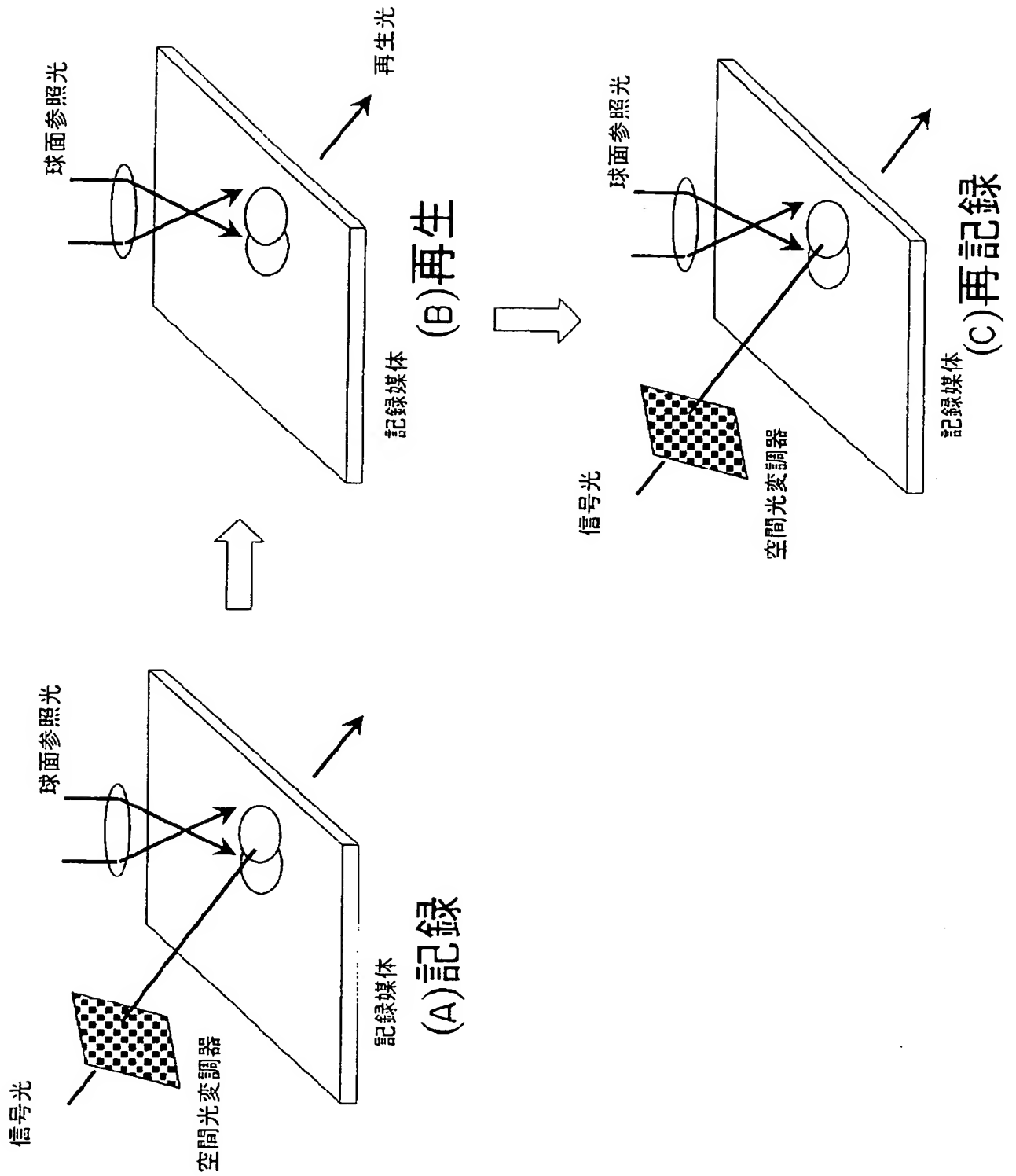
【図 9】



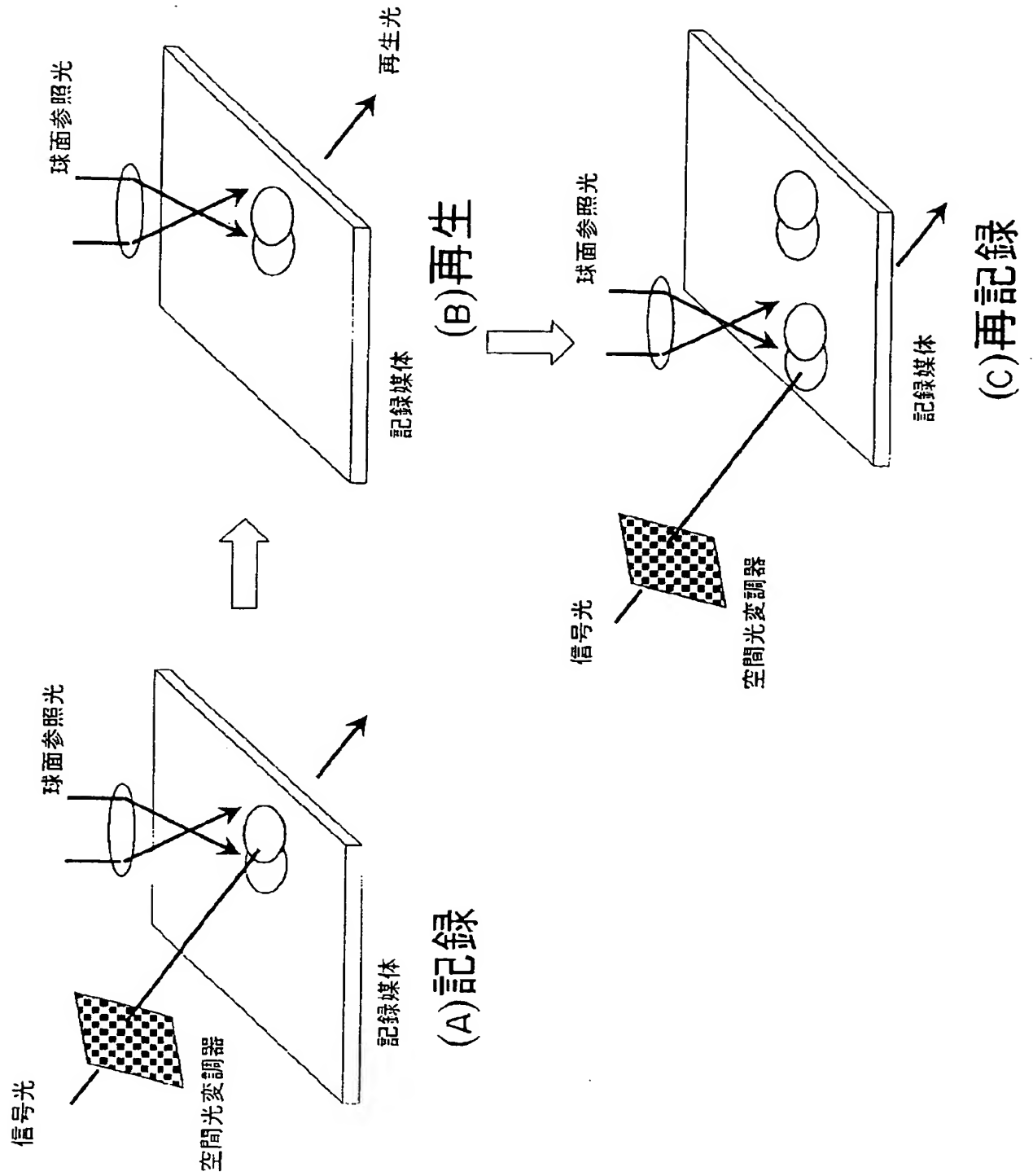
【図 10】



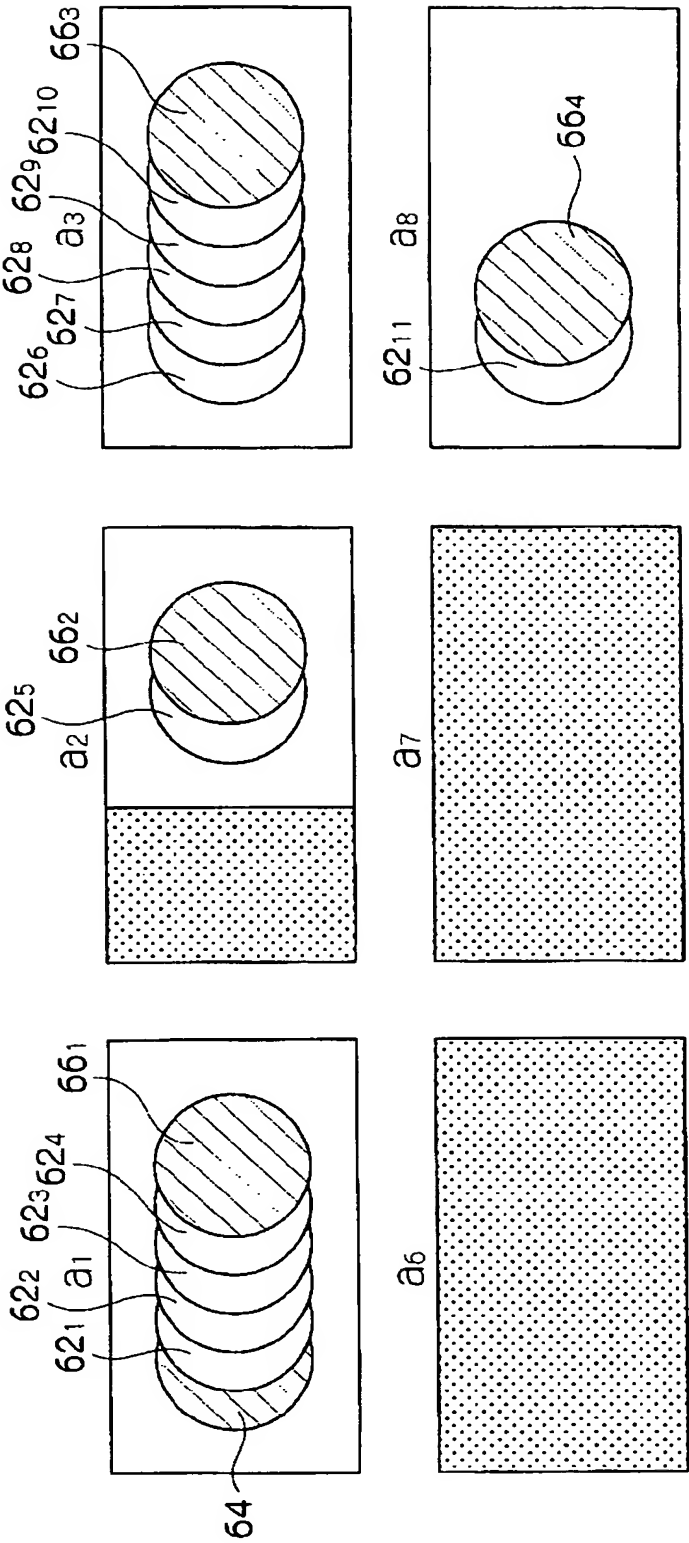
【図 11】



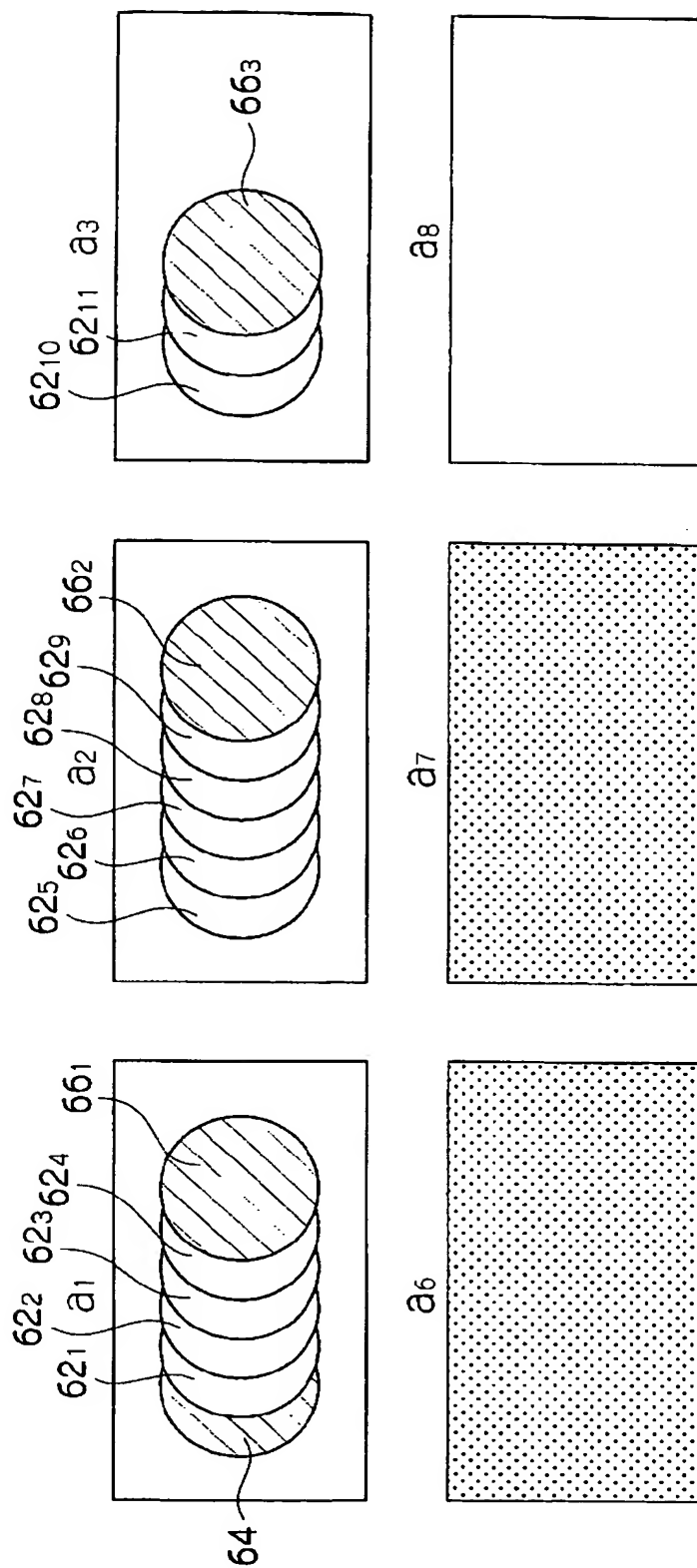
【図 12】



【図 13】

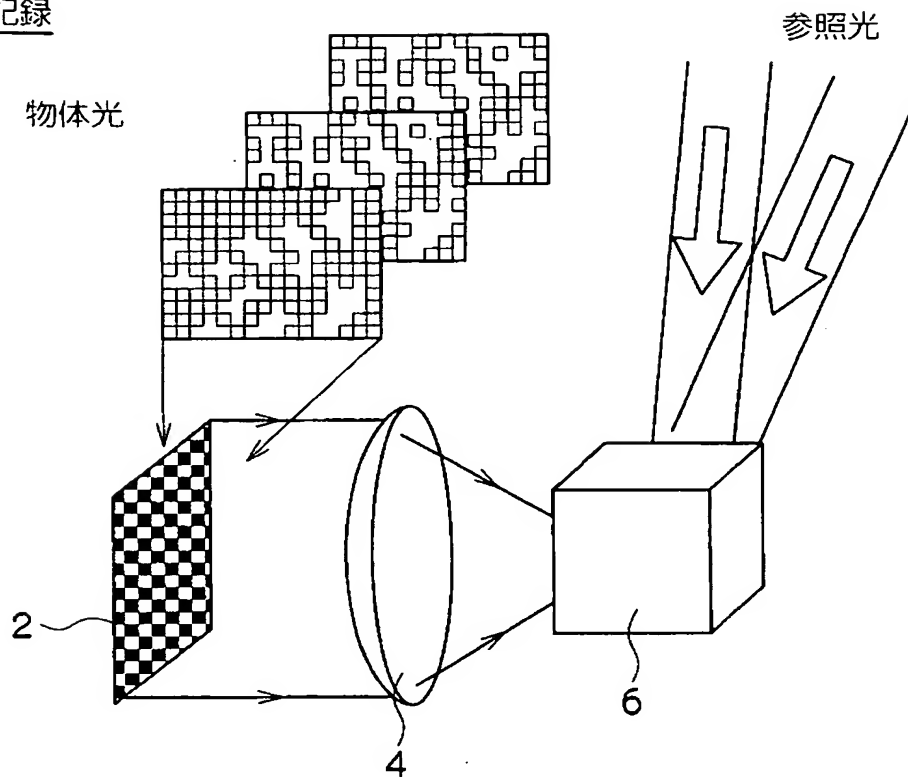


【図 14】

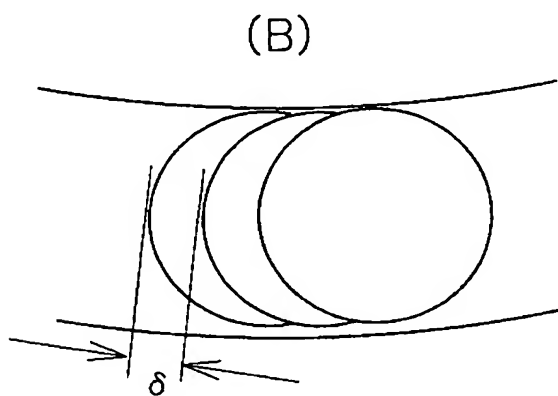
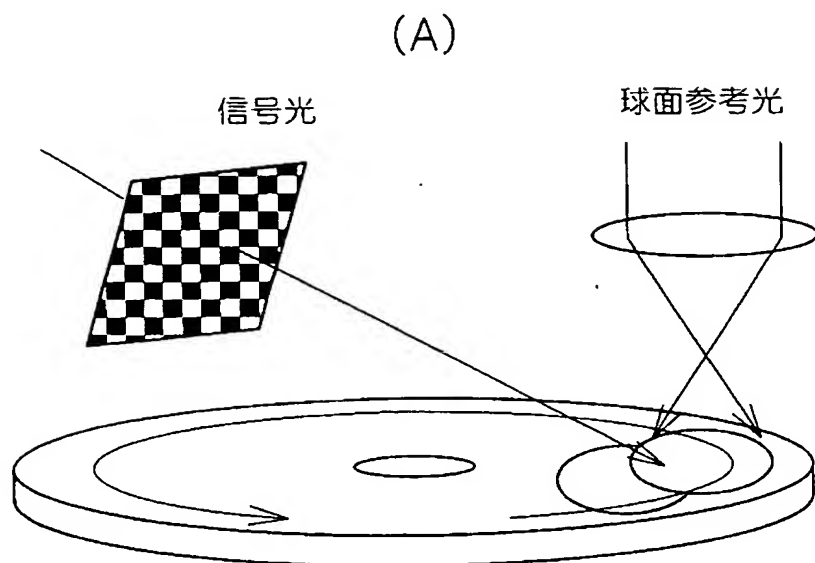


【図 15】

記録



【図 16】



ディスクの回転により
体積多重記録可能

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホログラムとして記録されたデータを安定に保存・再生することができるホログラム保存方法を提供する。

【解決手段】 光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と同じ位置にホログラムとして再記録して保存する。或いは、光記録媒体の所定位置にホログラムとして記録された情報を再生した後に、再生された情報を前記所定位置と異なる位置にホログラムとして再記録して保存する。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 2 9 7 1 9 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 4 9 6]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 5 月 2 9 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

氏 名

富士ゼロックス株式会社